

大河水库混凝土面板堆石坝原型观测设计*

邱镇辉

(广东省水利水电勘测设计研究院, 广州 510170)

摘 要:大河水库混凝土面板堆石坝是广东省同类坝型最高的一座, 介绍混凝土面板堆石、坝的坝体变形、面板内钢筋应力、渗流、温度等观测设计, 并分析了施工期的观测资料。

关键词:混凝土面板堆石坝; 原型观测; 观测设计; 成果分析

中图分类号: TV641.4 **文献标识码:** A **文章编号:** 0529-6579 (2001) S2-0018-04

1 前 言

大河水库位于广东省阳春圭岗茅田村以上 2 km 的峡谷内, 是漠阳江支流西山河中游以防洪为主, 兼有发电、灌溉、供水和改善下游航运条件的综合利用工程。工程枢纽主要建筑物有: 混凝土面板堆石坝、开敞式溢洪道、泄洪(放空)隧洞、发电引水隧洞、电站厂房。水库总库容为 3.32 亿 m^3 , 控制流域面积为 438 km^2 。正常蓄水位为 110 m, 设计洪水位为 114.81 m, 校核洪水位为 115.98 m。拦河坝为混凝土面板堆石坝, 最大坝高为 69.50 m, 坝顶高程为 117 m, 坝顶防浪墙顶高程为 118 m, 坝顶长 240 m。工程等别为 II 等, 大坝为 2 级建筑物。本工程大坝于 1994 年 8 月开始进行坝基开挖, 到 1995 年 3 月清基完毕。1995 年 4 月开始坝体填筑, 1997 年 10 月底填筑至 114 m 高程。1997 年 11 月开始面板施工, 至 1998 年 2 月初面板施工完毕。1998 年 5 月大坝施工完毕, 坝顶达到 117 m 高程, 1998 年 12 月下闸蓄水投入运行。为了监测混凝土面板堆石坝的安全运行情况, 选择了几个控制断面布置观测仪器, 以了解大坝的工作情况。以下介绍大河水库混凝土面板堆石坝原型观测设计。原型观测设计项目主要分为四大类, 即: 变形观测、面板钢筋应力观测、渗流观测及温度观测。

2 变形观测

混凝土面板堆石坝的特点是混凝土面板与堆石坝体的变形模量相差悬殊, 从而使两者的变形不一致。当堆石坝体的变形太大时, 有可能使面

板及止水系统受到损坏而开裂, 从而导致漏水, 严重时将会影响工程的安全运行。因此, 面板及其接缝(包括周边缝, 垂直缝)和堆石体的变形观测就成为混凝土面板堆石坝原型观测设计中的主要项目。

2.1 堆石坝体变形观测

2.1.1 坝体的外部变形观测

坝体的外部变形观测包括水平位移和垂直位移观测。

(1) 视准线。

坝体上下游方向的水平位移均采用视准线观测。分别在坝顶上游侧(坝纵 0+004)、下游坝坡 85 m(坝纵 0+047.80)、67 m(坝纵 0+074)高程处各设置一条视准线。

(2) 工作基点。

每条视准线两端的工作基点置于两岸稳定的岩基上, 通视条件良好, 同时, 在 85 m 高程的视准线两端各加设一个校核基点, 在右岸轴线处根据现场岩性设置一个水准基点。

(3) 坝面位移观测点。

在所设定的 3 条视准线及左、右坝头共设置 13 个坝面位移观测点, 视准线上的观测点间距为 40 m。

坝体的外部变形观测, 水平位移采用视准线法观测, 垂直位移采用水准法观测, 水平位移观测点与垂直位移观测点共用。

2.1.2 坝体内部变形观测

坝体内部变形观测线设在坝横 0+114 断面, 根据计算结果, 坝内最大沉降位于 90 m 高程附

* 收稿日期: 2001-07-30; 作者简介: 邱镇辉(1961-), 男, 工程师。

近,因而在 90 m 高程处布置一条测线,此外,为了解坝内沉降变化规律,并参考国内已建堆石坝的经验,在 60 m 高程处布置另一测线.具体布置如下:

在 90 m 高程处的测线长 77.5 m,共布置 5 个测点,分别位于坝轴线处,距坝轴线上下游侧各 15 m、堆石体与面板间的垫层边及垫层内.在 69 m 高程处测线长 136 m,共布置 6 个测点,分别位于坝轴线处、距坝轴线上游侧 25 m 和 45 m 以及下游侧 30 m 处、堆石体与面板间的垫层内及垫层边.每个测点都布置有水管式沉降计及钢丝引伸式水平位移计,用于观测坝体沉降与水平位移.

在下游坝坡 90 m 及 69 m 高程处各设一观测室.

2.2 混凝土面板变形观测

混凝土面板是混凝土面板堆石坝防渗体系的关键部位.面板由趾板与坝基或岸坡紧密相接,面板与趾板间设有周边缝,面板与面板之间设有垂直缝,在水压力作用下,面板将产生变形,同时,周边缝、垂直缝也将产生变形.面板、周边

缝、垂直缝的工作状况好坏将影响整个面板堆石坝的工作状况.本工程对面板的变形观测设置了如下项目:

2.2.1 周边缝变形观测

混凝土面板是混凝土面板堆石坝防渗体系的关键部位,面板与趾板之间的周边缝,设有 3 道止水.为观测周边缝的开合度,了解周边缝在水库蓄水后的三向位移,周边缝共布置 5 个测点,每个测点均采用三向测缝计.三向测缝计均为国产 TSJ 型.详见图 1.

2.2.2 垂直缝变形观测

河床部分面板每隔 12 m 设一垂直缝,两岸每隔 6 m 设一垂直缝.靠近坝肩部分的垂直缝为张性缝,靠近河床中部的垂直缝为压性缝,为观测面板之间垂直缝开合度的变化情况,了解水库蓄水过程中随着水位上升,张性缝与压性缝的变化情况,在坝横 0+060 和坝横 0+156 两断面的 97.50 m 及 77.50 m 高程,在坝横 0+108 断面的 97.50 m、77.50 m、57.50 m 高程,在坝横 0+114 断面的周边缝处共设置 8 个测点,每个测点装有单向差动电阻式测缝计 1 个,见图 1.

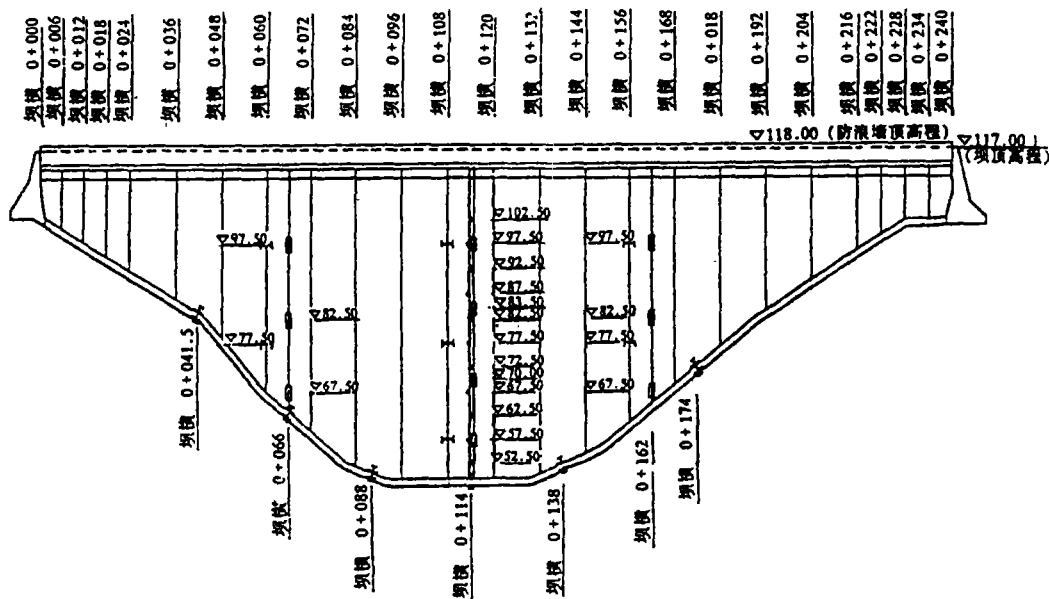


图1 上游混凝土面板观测布置立面图

3 面板内钢筋应力观测

在坝横 0+066 和坝横 0+162 两个断面内 67.50 m、82.50 m、97.50 m 等 3 个高程,在坝横 0+144 断面的 57.50 m、70 m、83.50 m、97.50

m 等 4 个高程共布置了 10 个钢筋应力计,以观测面板内钢筋的应力.钢筋应力计布置见图 1.

4 渗流观测

渗流观测是混凝土面板堆石坝重要的观测项

目之一. 渗流观测包括渗透压力观测和渗流量观测两项.

4.1 坝基渗透压力观测

为了观测趾板和帷幕灌浆的防渗效果及坝基渗漏稳定性, 取坝横 0+060 和坝横 0+114 两个断面从上游到坝轴线附近设置孔隙水压力仪. 坝横 0+060 断面的 4 个孔隙压力仪分别布置在距坝轴线上游侧 32.50 m、57.50 m、86.50 m 处及坝轴线处. 坝横 0+114 断面的 4 个孔隙压力仪分别布置在距轴线上游侧 20.00 m、40.00 m、60.00 m 处及坝横轴线处.

4.2 渗流量观测

为了观测面板坝的渗流量, 在混凝土面板堆石坝下游坝纵 0+148.74 断面处设置一个三角形量水槽.

5 温度观测

为了观测水库水温及混凝土面板的温度, 在坝横 0+114 断面的 52.50、62.50、72.50、82.50、92.50 及 102.50 m 高程处共设置 6 个差动式电阻温度传感器, 测量上游水温; 在 57.50、67.50、77.50、87.50、97.50 m 高程处共设置 5 个差动式温度计, 测量面板温度. 温度观测布置见图 1.

6 施工期观测资料分析

本文只对施工期的沉降观测成果进行分析.

6.1 坝体沉降观测

混凝土面板堆石坝坝体沉降量的大小是判断坝料性质及压实情况与填筑质量的重要依据. 本工程大坝 69 m、90 m 两个高程的 11 个沉降测点施工期的沉降过程线如图 2 所示. 由图 2 可知, 各测点沉降过程线基本上是平滑的, 随着大坝的填筑及时间的推移而逐渐增加, 无明显突变现象, 表明坝体内部沉降测值是准确可靠的. 两高程的 11 个观测点中, 沉降最大值均位于坝轴线附近的测点处, 与设计情况相符. 各测点至 1998 年 8 月即施工期的总沉降量如图 3 所示, 位于坝轴线附近的 V5、V10 两个测点的施工期的沉降量分别为 120 mm、220 mm, 其中 V10 测点的沉降量最大, 为 220 mm, 而计算得竣工时的

最大沉降为 250 mm, 施工期的沉降量偏小, 表明该坝坝料压缩性小, 大坝填筑质量较好. 由施工期大坝沉降的实测成果可知, 各对称点施工期的沉降相差不大, 一般在 30 mm 之内, 表明施工期大坝的沉降比较均匀. 因为施工期上、下游坝面没有水荷载作用, 上、下游坝面边界及受力条件是对称的, 若大坝不均质, 则将发生不均匀沉降.

6.2 坝体沉降率分析

坝轴线上各测点的施工沉降率用下式计算:

$$p = \Delta h / H$$

式中: p 为沉降率; Δh 为施工期沉降量; H 为测点以下堆石厚度.

根据上式计算得 69 m 及 90 m 高程坝轴线上的沉降率分别为 0.60% 及 0.51%. 底部沉降率最大, 为 0.60%, 小于 1%, 且各测点的沉降率均不大, 表明大坝的沉降变形正常.

6.3 坝体压缩率分析

大坝施工期压缩率按下式计算:

$$V = \Delta L / L$$

式中: V 为压缩率; ΔL 为施工期压缩量; L 为压缩层厚度.

根据实测的结果, 计算得施期各层的压缩率如下表 1.

表 1 施工期各层的压缩率

压缩层	▽47~▽67	▽67~▽90
施工期压缩量(mm)	120	150
压缩率(%)	0.60	0.65

施工期各层的最大压缩为 150 mm, 最大压缩率为 0.65%, 小于 1%, 表明大坝压实性良好.

7 结 语

通过对大河水库混凝土面板堆石坝原型观测设计情况的介绍及对施工期观测资料的分析, 可以得出以下结论:

(1) 大坝观测所选的项目恰当, 仪器布置合理, 仪器选项正确.

(2) 近期坝体沉降量较小且稳定, 表明坝体沉降基本稳定.

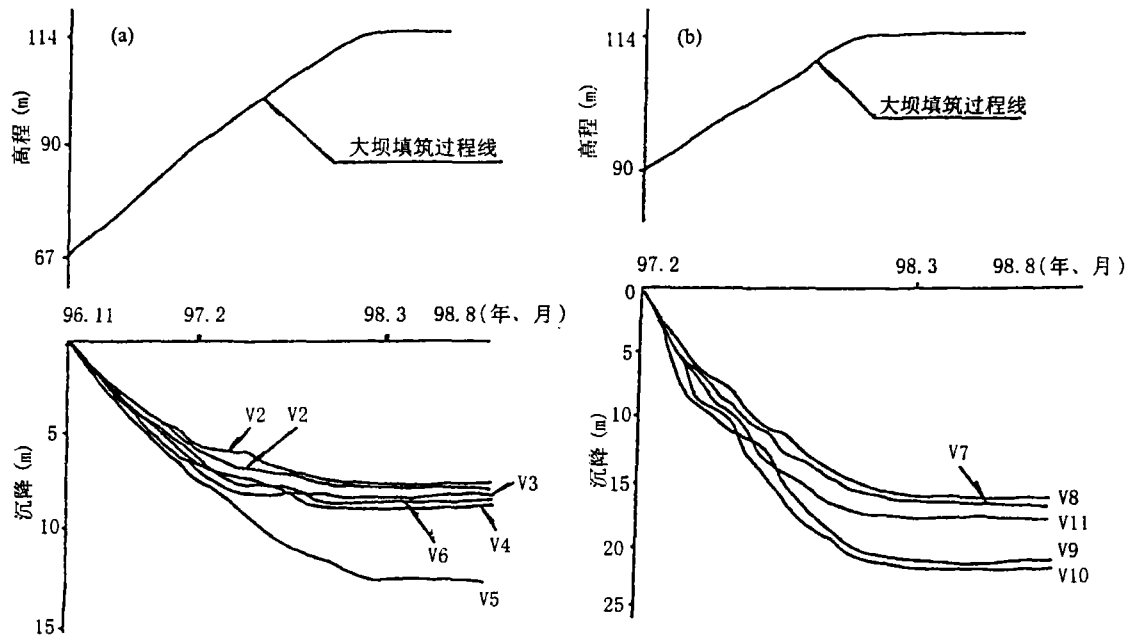
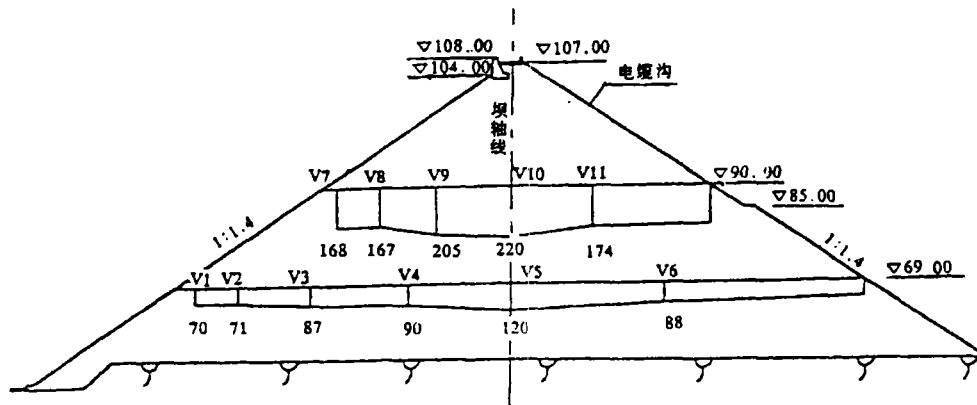
图2 (a) $\nabla 67$ 和 (b) $\nabla 90$ 高程各测点沉降过程线

图3 坝横0+114坝内测点沉降分布图(单位:mm)

参考文献:

- [1] 傅志安, 凤家冀. 混凝土面板堆石坝. 武汉华中理工大学出版社.
- [2] 混凝土面板堆石坝设计导则. DL5016-93.